

И. И. ШИЛОВА, Г. С. ПЛОШКО,  
Н. Б. РУССАК

## **НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ЗАСОЛЕНИЯ НАСЫПНОГО ГРУНТА И ВЛИЯНИЕ ЭТОГО ПРОЦЕССА НА ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ФИТОТОКСИЧНЫХ СУБСТРАТОВ ОТВАЛОВ**

На горнотехническом этапе рекультивации шламового отвала Уральского алюминиевого завода, экологическая специфика которого охарактеризована ранее (Шилова, 1972; Шилова, Логинова, 1974), в качестве насыпного грунта была применена смесь песка и глины с примесью частиц почвы, взятая из котлована нового строящегося отвала. Агрохимические свойства этой грунтосмеси характеризуются следующими показателями:  $pH_{H_2O}$  — 7,3,  $pH_{KCl}$  — 6,8, плотный остаток — 0,11%, содержание гидролизуемого азота — 0,6 мг и  $P_2O_5$  — 50 мг на 100 г субстрата,  $K_2O$  — следы. Грунт наносился зимой в 1969—1971 гг. на предварительно спланированные и разровненные участки плоской вершины отвала и его склонов слоем 50 см в среднем. Колебания мощности слоя от 0,5 см до 1 м обусловлены микрорельефом поверхности отвала и несовершенством разравнивания грунта в зимних условиях. В связи с нанесением грунта на шлам неравномерным по толщине слоем на отвале образовались участки с различными эдафическими условиями, что дало возможность проследить динамику подщелачивания и засоления нанесенного слоя грунта и влияние этого процесса на естественно появляющуюся растительность. Исследования проводились в вегетационные периоды 1971—1976 гг. Участок плоской вершины отвала, покрытый грунтом, имел относительно ровную горизонтальную поверхность, понижающуюся к центру. Понижение в центре отвала заполнилось соевым раствором и в нем образовался небольшой искусственный водоем. Берега его по мере высыхания (в результате испарения воды) превращались в солончак, а площадь водоема постепенно уменьшалась.

Известно, что в природных условиях соли в виде растворов способны передвигаться по вертикальному профилю почвы. В пределах созданного на отвале профиля (шлам+грунт) должно наблюдаться капиллярное передвижение раствора из шлама в

грунтовой слой в связи с испарением влаги из поверхностного слоя и транспирационным ее расходом и обратное движение воды из грунта в шлам при промачивании грунта талыми и дождевыми водами. Вследствие сильной засоленности шлама токсичными для растений солями возникает угроза отравления растений из-за обогащения грунта, наносимого поверх шлама, солями. Изменения свойств наносимого на отвалы слоя почвы под влиянием подстилающих фитотоксичных пород изучены В. Н. Чеклиной (1969, 1973), Т. И. Ижевской, В. Н. Чеклиной (1972) и А. И. Савичем (1972) в условиях Подмосковского угольного бассейна для участков отвалов, сложенных токсичными сульфидсодержащими породами.

С целью изучения солевого режима субстрата (шлам+грунт) ежегодно (1971—1976) с июня по сентябрь брались пробы по слоям 0—5, 5—10, 10—20, 20—30, 30—40, 40—50 см на плоской вершине отвала и в средней части южного склона в двух вариантах: с близким выходом шлама (т. е. с небольшим слоем грунта, часто с видимым налетом солей на нем) и с глубоким его залеганием (со значительным слоем грунта, без видимого налета солей). Участки с видимыми выцветами солей и без них размещались диффузно. Одновременно из указанных слоев брались пробы для определения влажности. В лабораторных условиях проводилось определение влажности, рН солевой и водной вытяжек, величины плотного остатка, качественного состава солей. Анализы проводились по общепринятым методикам (Аринушкина, 1970). Для изучения процесса естественного зарастания отвала после покрытия его поверхности слоем грунта каждый год в июле проводились геоботанические описания. В каждой из выделенных растительных группировок в 1971 г. были заложены постоянные (фиксируемые колышками) пробные площади (5×5 м), на которых брались пробы субстрата по слоям для определения степени его засоления.

После прекращения подачи пульпы на отвал (1969) увлажнение поверхностных слоев грунта происходит только за счет атмосферных осадков и оставшихся в шламе запасов воды, которая испаряется и просачивается сквозь дамбы отвала. Поступление к поверхностным слоям отвала грунтовых вод, находящихся на глубине свыше 20 м, исключено. Вследствие высокой влагоемкости шлама (полная влагоемкость его равна 63,2%) при высыхании в условиях еще не прекратившейся фильтрации воды сквозь дамбы шлам долго сохраняет высокую влажность и пластичное состояние. Так, по данным УралТИСИЗ (1971), через два года после прекращения подачи пульпы шлам имел влажность в пределах 44,6—58,6% во всей толще отвала (21—23 м). Поскольку влажный шлам не фильтрует, на отвале создается в целом выпотной тип водного режима. В нанесенном на шлам слое грунта движение солевых растворов в условиях вершины отвала возможно только по вертикали, а на склонах отвала происходит еще смыв

вниз по склону и поступление воды из глубинных слоев шлама вследствие просачивания ее по горизонтали.

При изучении динамики таких решающих в условиях данного отвала эдафических факторов, как засоленность и реакция среды, было обращено внимание на агрометеорологические условия вегетационных периодов, главным образом, на режим увлажнения, поскольку от последнего зависят направление перемещения солевых растворов по вертикальному профилю почв и концентрация почвенного раствора. Следует отметить, что в 1971 и 1972 гг. они отличались обильным выпадением осадков (отклонение от средней многолетней суммы осадков за лето, в частности, составляло 146 и 109%, ГТК — 1,9 и 1,5), в 1973, 1974 и 1976 гг. характеризовались слабо засушливыми условиями (отклонение 98, 84 и 87% от средней многолетней, ГТК — 1,1; 1,0 и 1,1, в 1975 г. — засушливыми (67% нормы, ГТК — 0,6).

Рассмотрим солевой режим субстрата отдельно по четырем названным местоположениям.

*Участки без видимых выцветов солей на плоской вершине отвала*, обследованные нами, имели слой грунта на поверхности шлама от 20 до 45 см. Как показали анализы водной вытяжки, засоление поверхностных слоев грунта начинается уже при слое грунта в 20 см, но разница в величине плотного остатка в шламе и грунте еще велика. Так, например, если 11/VI-71 г. шлам (слой 30—40 см) характеризовался величиной плотного остатка 1,15%, то граничащий с ним непосредственно грунт (слой 20—30 см) — только 0,36%. Эта закономерность прослеживалась на протяжении всех лет исследований. В то же время в результате капиллярного поднятия солевых растворов из шлама происходит засоление грунта. Наиболее сильно засолен лежащий непосредственно на шламе слой грунта, в следующем за ним по высоте величина плотного остатка уменьшается, затем вновь возрастает в поверхностном слое.

Параллельно с засолением грунта на отвале происходит изменение его реакции: сначала нейтрализация (от слабокислой, характерной для грунта, до нейтральной), а затем подщелачивание (до слабощелочной). На протяжении всего периода исследований наблюдается заметное превышение влажности шлама над влажностью грунта. Резкая разница между влажностью шлама и грунта хорошо прослеживается в пограничных слоях. С глубиной влажность субстрата в целом (шлам+грунт), как правило, увеличивается. За 5 лет наблюдений нанесенный грунт засолился в слабой степени (величина плотного остатка с 1971 по 1973 г. находилась примерно на одном уровне, соответствующем незасоленному грунту, лишь в 1975 г. произошло незначительное ее повышение до уровня, характеризующего слабое засоление). Степень засоления слоя 0—50 см в целом, как и шлама, не изменилась. Существенного увеличения pH не произошло. Субстрат постепенно высыхает, особенно грунт.

Слой грунта *на участках плоской вершины отвала с видимыми выцветами солей* — от 0,5 до 15 см. Все эти участки засолены уже с поверхности с первого же года нахождения слоя грунта на шламе. Увеличения засоленности в последующие годы не наблюдалось. Разница в величине плотного остатка в шламе и грунте не столь велика, как на участках без выцветов солей.

В целом на рассматриваемой группе участков засоление по величине выше, а реакция среды более щелочная, чем на участках предыдущей группы. Субстрат более влажный, чем в предыдущем варианте. Шлам и насыпной грунт постепенно высыхают.

Слой грунта на участках, обследованных нами, *на склоне отвала без видимых выцветов солей* — от 20 до 40 см. Результаты анализа водной вытяжки свидетельствуют о том, что поверхностные слои грунта (до 20 см) в год нанесения не засолены, засоление наблюдается только в непосредственно граничащем со шламом слое. Отмечается разница в величинах плотного остатка в шламе и грунте. Таким образом, при слое грунта не менее 20 см он в первый год еще не засолен на склоне. В 1972 г. картина аналогичная, лишь в двух (из восьми) случаях наблюдалось слабое засоление поверхностных слоев (5—10 и 0—5 см). В 1973 г. отмечено слабое засоление слоя, непосредственно лежащего на шламе (10—20 см). В вегетационные периоды 1974 и 1975 гг. обнаружено засоление (от слабого до сильного) слоя, непосредственно примыкающего к шламу при отсутствии, как правило, засоления с поверхности. На протяжении всего периода исследований видна резкая разница во влажности грунта и шлама — шлам намного влажнее грунта. Меньшая величина влажности грунта в сочетании с меньшей степенью его засоления (по сравнению со шламом) свидетельствует о том, что соли в грунте (даже в сухой период) пока не концентрируются. В целом за 5 лет наблюдений произошло незначительное увеличение степени засоленности нанесенного грунта, pH не увеличился; грунт медленно высыхает.

Слой грунта *на склоне отвала с видимыми выцветами солей* — от 1 до 8—10 см. Засоление этих участков уже с поверхности наблюдалось в течение почти всего периода исследований 1971 г. В поверхностном слое грунта (0—5 см) образуется корка солей. Степень засоления характеризуется величиной плотного остатка, достигающей 2,1% (свойственной солончакам), которая в грунте не меньше (а в некоторых случаях больше), чем в шламе, что является следствием капиллярного поднятия и выкристаллизовывания солей в слое грунта. Таким образом, уже в год нанесения грунта на шлам слоем до 8—10 см происходит засоление всего слоя до поверхности, образуется солончак. На следующий год степень засоленности субстрата, особенно верхних слоев грунта, снизилась (возможно, вследствие промывания водой, стекающей по склону), в 1973—1975 гг. незначительно повысилась. Как и в предыдущих случаях, шлам в течение всего периода наблюдений намного влажнее грунта. С глубиной влажность, как правило, воз-

растает. Таким образом, к 1975 г. отмечено некоторое увеличение засоленности и рН насыпного грунта; грунт постепенно высыхает.

Сравнение солевого и водного режимов субстрата в течение вегетационных периодов пяти лет на вершине и склоне отвала, на участках как без выцветов солей, так и с выцветами позволяет установить следующее. 1. Уже в первый год (год нанесения грунта на поверхность шлама) на вершине отвала наблюдается засоление всего профиля грунта при мощности его до 15 см и выкристаллизовывание солей в поверхностном слое (0—5 см) при мощности до 45 см; на склоне отвала — засоление всего профиля грунта при мощности его до 10 см и непосредственно прилегающих к шламу слоев (до 10 см) при мощности грунта до 35—40 см. Таким образом, мощность слоя грунта, затронутого изменениями, колебалась в первый год от 10 см на склоне до 45 см на вершине. 2. Увеличения степени засоленности изучаемого слоя субстрата (0—50 см) и грунта на 2, 3, 4 и 5-м годах нахождения слоя грунта на шламе по сравнению с первым годом не произошло. При этом необходимо отметить, что вегетационные периоды 1971—1972 гг. характеризовались хорошим увлажнением, значительно превышавшим многолетние показатели, а 1973, 1974, 1975 гг. — засушливыми условиями. 3. В местоположениях с выцветами солей как на вершине отвала, так и на его южном склоне, степень засоления грунта, величина рН и влажность больше, чем в местоположениях без выцветов солей. 4. К пятому году наблюдений степень засоленности грунта, его рН и влажность на участках с выцветами солей на склоне и на вершине почти одинаковы; та же закономерность наблюдается и для участков без выцветов солей. 5. Происходит постепенное высыхание насыпного грунта, в то время как влажность шлама на вершине уменьшается очень незначительно, а на склоне не уменьшается совсем.

В качественном отношении засоление всех проверенных образцов (взятых как с вершины, так и со склона) характеризуется по анионам как сульфатное, по катионам преобладает натриевый тип.

При нанесении грунта на отвал он начинает довольно быстро зарастать естественным путем. Пионерами зарастания одновременно с низкими (водоросли) выступают высшие цветковые растения, зачатки которых попали на отвал с грунтом и с соседних биотопов (с дамб отвала, из пятен растительности «чистого» шлама — галофиты из семейства *Chenopodiaceae*, в частности).

Растительность на участке с грунтом 1-го года завоза представлена в основном (72,7%) сорными видами, редкая, с покрытием всего 1—2%. Общее количество видов — 11. Наиболее часто встречаются здесь *Atriplex nitens* Schk., *Chenopodium album* L., *Polygonum aviculare* L., *Tussilago farfara* L. Большая часть растений (45,4%) из семейства *Chenopodiaceae*. Наиболее обширно представлены растения засоленных местообитаний (45,5% растений от-

носятся к галомезофитам, галофитам, мезогалофитам и галоксерофитам), принадлежащие к солончаково-луговому и галофильно-степному эколого-фитоценотическим типам. Ведущая жизненная форма на данном этапе зарастания отвала — терофиты (63,6%). Грунт на этом участке еще не засолен, слой его 38—40 см.

На участке с грунтом 2-го года завоза представлены последующие стадии зарастания отвала. Растительность имеет уже относительно богатый флористический состав за счет растений, развившихся ко второму году из семян и вегетативных зачатков, занесенных с грунтом и попавших с окружающими биотопами. Всего на этом участке зарегистрировано 113 видов высших растений из 31 семейства. Наиболее широко представлены семейства Gramineae (18 видов — 15,9%) и Compositae (16 видов — 14,1%), за ними следуют семейства Leguminosae (11 видов — 9,7%), Chenopodiaceae (8 видов — 7,1%) и др. Анализ растительности по эколого-фитоценотическим типам свидетельствует о преобладании растений лугового типа (49,6%); значительна также доля растений лугово-степного (10,6%), лесного (9,7%), солончаково-лугового и галофильно-степного типов (два последних в сумме составляют 9,8%). Велика доля сорных растений (42,5%). Поскольку грунт был вывезен из леса (заболоченного), то отмечено появление лесных и болотных видов растений (*Lilium martagon* L., *Heracleum sibiricum* L., *Typha angustifolia* L. и др.), встречающихся, однако, единично. В экологическом отношении наиболее обширно представлена группа мезофитов (58 видов — 51,3%); значительна доля растений засоленных местообитаний (эугалофиты, галомезофиты, мезогалофиты, галоксерофиты и галогигрофиты в сумме представлены 12 видами, что составляет 10,8% от общего количества видов). Основу растительности составляют многолетние формы (62,8%), значительна доля и однолетних растений (22,1%). Среди многолетних преобладают травянистые (91,5%), а среди последних — корневишные (58,6%) и стержнекорневые (20,0%). Ведущая жизненная форма растений — геофиты (39,8%). Появление на отвале всходов и ювенильных древесных растений *Salix caprea* L., *S. viminalis* L., *Betula pubescens* Ehrh., *Populus tremula* L., *Rosa cinnamomea* L. объясняется попаданием их семян, вегетативных зачатков и вегетирующих особей с грунтом.

Характер формирующейся растительности (качественный состав фитоценозов, количество видов) зависит от свойств нанесенного грунта и экологических условий отвала, главным образом эдафических. Различие формирующихся группировок обусловлено, главным образом, величиной слоя нанесенного грунта и увлажненностью участков.

При геоботаническом описании участка было выделено 19 растительных группировок, принадлежащих к трем категориям: I — злаково-сорняковые (7 группировок); II — злаковые с примесью сорного разнотравья (10 группировок); III — галофитно-сорняковые со злаками (2 группировки).

Рассмотрим характерные особенности этих категорий растительных группировок.

1. Злаково-сорняковые. Формируются на участках с наиболее мощным слоем грунта (в основном не менее 40 см). Грунт незасолен. Преобладающие виды: *Atriplex nitens*, *Tussilago farfara*, *Chenopodium album*, *Sonchus arvensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Lactuca tatarica* (L.) C. A. Mey., *Puccinellia distans* (L.) Parl., *Calamagrostis epigeios* (L.) Rostk, *Poa pratensis* L.

2. Группировки злаков с примесью сорного разнотравья. Формируются на участках с менее мощным слоем грунта, но не менее 20 см. Грунт встречается как незасоленный, так и засоленный. Преобладающие виды: *Puccinellia distans*, *P. Hauptiana* (Trin.) V. Krecz., *Agropyron repens* (L.) P. B., *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago farfara*, *Suaeda corniculata* (C. A. Mey.) Bge., *Lactuca tatarica*, *Sonchus arvensis*, *Atriplex nitens*, *Chenopodium glaucum* L.

3. Галофитно-сорняковые группировки со злаками. Формируются, главным образом, в понижениях. Слой грунта — до 20 см. Грунт засоленный, часто в сильной степени. Преобладающие виды: *Suaeda corniculata*, *Atriplex nitens*, *Chenopodium glaucum*, *Tussilago farfara*, *Puccinellia distans*.

Группировки III категории примыкают непосредственно к центральной пониженной, сильно увлажненной и частично обводненной части отвала, где на освободившихся от воды островках образуются типичные техногенные солончаки. Слой грунта здесь 40 см, засолен в слое 0—5 см, где происходит выкристаллизовывание солей. Такие участки или совсем лишены высших цветковых растений, или они представлены единичными экземплярами *Puccinellia distans*, *Atriplex nitens*, *Chenopodium glaucum*, *Suaeda corniculata*. Общее покрытие менее 1%.

Наблюдения 1972 г. позволили установить следующее. На участке с грунтом 2-го года покрытия слоем мощностью 33—51 см, находившемся в 1971 г. на начальной стадии зарастания, представленной сорно-бурьянистой растительностью, покрывавшей всего 1—2% субстрата, сформировалась уже разнотравно-бобово-злаковая растительность с покрытием 30—40%. Преобладающие виды почти полностью сменились: если в 1971 г. доминировали *Atriplex nitens*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Tussilago farfara* и др., то в 1972 г. — *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L. и др. Грунт по-прежнему незасоленный.

На участке с грунтом 3-го года дальнейшее развитие растительного покрова шло в направлении увеличения покрытия субстрата, сильного разрастания бобовых, некоторого увеличения участия древесных растений (виды рода *Salix*, *Populus tremula*, *P. balsamifera* L., *Betula pubescens*, *Cytisus ruthenicus* Fisch. ex Bess.) и выпадения типичных лесных и болотных растений. Заметных изменений характера растительных группировок и изучаемых свойств субстрата не произошло. Флористический, экологический и эколого-фитоцено-

ческий составы растений и биологические спектры растений в основном те же, изменилось лишь обилие видов; преобладающие виды растительных группировок, как правило, прежние. В четырех группировках в число доминантов вошли бобовые (*Vicia cracca*, *Trifolium pratense*, *T. repens* L., *Medicago falcata* L., *Lathyrus pratensis* L., *Melilotus albus* Desr.). Злаково-сорняковые группировки трансформировались в бобово-злаково-сорняковые, а группировки злаков с примесью сорного разнотравья — в разнотравно-бобово-злаковые. Группировки злаков с примесью сорного разнотравья в 1972 г. можно определить как группировки злаков с примесью бобовых и сорного разнотравья.

Участки, расположенные в центре отвала, по мере выхода из-под воды и подсыхания субстрата (шлам + грунт) продолжают заселяться солеустойчивыми видами растений. Там, где в 1971 г. были почти голые солончаки с единичными растениями *Puccinellia distans*, *Atriplex nitens*, *Suaeda corniculata* и др. с покрытием менее 1%, в 1972 г. сформировалась галофитно-сорняково-бескильницевая растительная группировка с покрытием около 10%. Существенных изменений в степени засоленности грунта не произошло.

Результаты наблюдений 1974, 1975 и 1976 гг. свидетельствуют о продолжении успешного формирования растительности на отвале (общее покрытие отвала составляет в среднем уже около 70%) и о процессе ксерофитизации растительного покрова, обусловленном постепенным высыханием насыщенного грунта вследствие испарения и транспирации, усугубленным засушливыми условиями 1973, 1974, 1975 гг. Проявлением этого процесса является обильное разрастание таких видов, как *Artemisia absinthium* L., *A. Sieversiana* Willd., *Melilotus albus*, *M. officinalis* (L.) Desr., *Cytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria* L., *Medicago lupulina* L., *Salsola Paulsenii* Litv., остепнение луговых сообществ, превращение их в лугово-степные, а в сообществах техногенных солончаков — все большее разрастание бескильниц и появление мезогалофита *Tripolium vulgare* Nees. Продолжают успешно разрастаться на отвале древесные — осина, береза бородавчатая, ивы козья и прутьевидная, роза коричная, завезенные с грунтом.

В 1976 г. водоем в центре отвала полностью высох. Бескильницево-сведовые группировки, существовавшие в предыдущие годы на его берегах, трансформировались в разнотравно-вейниковые галофитного типа (*Calamagrostis epigeios* — сор., *Puccinellia distans* — sp, *Suaeda corniculata* — sp, *Tripolium vulgare* — sp, *Sonchus arvensis* — sp, *Achillea millefolium* L. — sp и т. д.). На месте бывшего водоема сформировалась галофитная растительность с доминированием бескильницы и триполиума (*Puccinellia distans* — сор., *Tripolium vulgare* — сор., *Suaeda corniculata* — sp gr — сор., *Atriplex nitens* — sp) с общим проективным покрытием до 30 %; на участках с сильными выцветами солей, недавно освободившихся из-под воды, — «чистые» сведовые группировки с покрытием около 5%.

Таким образом, естественное зарастание шламового отвала,



покрытого слоем грунта значительной мощности (в среднем до 50 см), идет быстро. Если в 1—2-й год после нанесения грунта сингенез растительности находится на начальной стадии, растительность представлена единичными растениями-пионерами и экологическими группировками, то уже на 2—3-й год здесь формируются открытые фитоценозы из злаков, бобовых, лугового и степного разнотравья.

В формировании растительности в зависимости от мощности насыпного грунта и условий увлажнения субстрата намечается два пути. Первый — образование сообществ лугов (злаково-разнотравных и разнотравно-злаковых, переходящих затем в бобово-злаково-разнотравные и разнотравно-бобово-злаковые), главным образом, их солончаковых вариантов, характерных для лесостепной зоны. Доминанты растительного покрова в этом случае представлены в большей части растениями галофитного ряда, в эколого-фитоценотическом отношении принадлежащими к солончаково-луговому и галофильно-степному типам. Второй путь — образование сообществ азонального характера — сообществ техногенных солончаков, представленных в основном эугалофитом сведой рожконосной (*Suaeda corniculata*), мезогалофитами и галомезофитами.

Определение величины плотного остатка и pH с участков с разными растительными группировками показало, что засоление грунта в поверхностном слое наблюдается даже при таких значительных по мощности слоях грунта, как 43 и 50 см (слабая степень засоления), реакция среды при этом слабощелочная.

## ВЫВОДЫ

1. При нанесении на поверхность шлама слоя грунта (смесь песка и глины) с примесью почвенных фракций мощностью в среднем 50 см уже в первый год наблюдается засоление грунта как на плоской вершине отвала, так и на его склоне. При нанесении грунта слоем до 20 см образуются пятна солончаков. Засоление грунта на вершине в первые три года идет интенсивнее, чем на склоне, в последующие одинаково. На второй, третий, четвертый и пятый годы увеличения степени засоленности не наблюдалось. Вегетационные периоды первых двух лет характеризовались хорошими условиями увлажнения с более высокими показателями по сравнению со средними многолетними для района исследования, последующих — худшими, с более низкими показателями по сравнению со средними многолетними. Процесс засоления грунта нет оснований считать законченным, поскольку подстилающий его шлам является длительно действующим источником поступления солей при выпотном типе водного режима. Наблюдается постепенное высыхание насыпного грунта на отвале, наиболее интенсивно протекающее на вершине.

2. Естественное зарастание отвала, покрытого слоем грунта мощностью в среднем 50 см, происходит довольно быстро. Формирование растительности в зависимости от толщины слоя и условий увлажнения субстрата идет по двум путям — зональному с образованием остепненных лугов солончаковых вариантов и лугово-степных сообществ и азональному с образованием техногенных солончаков, характеризующихся соответствующим набором растений. В целом с годами наблюдается ксерофитизация растительности.

## ЛИТЕРАТУРА

Аринushкина Е. Н. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М. Бюллети́ агрометеорологических условий вегетационных периодов 1971—1976 гг. по Свердловской области. Уральское управление гидрометслужбы. Свердловск. 1971—1976.

Ижевская Т. И., Чекина В. Н. 1972. Сельскохозяйственное освоение отвалов при нанесении плодородного слоя на токсичную грунтосмесь в Подмосковном бассейне. В сб. «Рекультивация промышленных пустошей». М.

Отчет по инженерно-геологическим изысканиям на площади шламоотвала УАЗа в г. Каменске-Уральском. 1971. УралГИСИЗ. Свердловск.

Савич А. И. 1972. Некоторые вопросы мелиорации сульфидсодержащих пород отвалов Подмосковного угольного бассейна при биологической рекультивации. В сб. «Рекультивация промышленных пустошей». М.

Чекина В. Н. 1969. О влиянии фитотоксичной супеси на некоторые свойства чернозема. «Почвоведение», № 11.

Чекина В. Н. 1973. Особенности почвообразования на отвалах рыхлых горных пород в связи с их рекультивацией (на примере Кимовского и Ушаковского углеразрезв Подмосковного бассейна). Автореф. канд. дис. М.

Шилова И. И. 1972. Формирование растительности и биологические особенности некоторых видов растений на шламовых отвалах алюминиевых заводов Урала. Автореф. канд. дис. Свердловск.

Шилова И. И., Логинова Н. Б. 1974. Экологическая специфика отвалов предприятий цветной металлургии и оценка возможности создания на них культурфитоценозов. В сб. «Растения и промышленная среда». Свердловск.